

Aus der Kieferorthopädischen Abteilung
(Dir.: Prof. Dr. K. Nawrath)
der Klinik und Poliklinik für
Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
(Dir.: Prof. Dr. Dr. W. Ketterl)
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

**Röntgen-Kephalometrische Untersuchung
bei Rückbiß-Patienten zur Beurteilung
skelettaler Wachstumserwartung**

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von
Habib Hitti
aus Chamlan/Libanon

Mainz 1973

Aus der Kieferorthopädischen Abteilung

(Dir.: Prof. Dr. K. Nawrath)

der Klinik und Poliklinik für

Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten

(Dir.: Prof. Dr. Dr. W. Ketterl)

der

Johannes Gutenberg - Universität Mainz

RÖNTGEN-KEPHALOMETRISCHE UNTERSUCHUNG
BEI RÜCKBIS - PATIENTEN ZUR BEURTEILUNG
SKELETTALER WACHSTUMSERWARTUNG

Inauguraldissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der Zahnheilkunde

der

Johannes Gutenberg - Universität Mainz

den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von

Habib Hitti

aus

Chamlan / LIBANON

Mainz 1973

Fachbereichsdekan: Prof. Dr. Dr. W. Ketterl

Referent: Prof. Dr. K. Nawrath

Korreferent: Prof. Dr. K. Fuhr

Tag der mündlichen Prüfung: 14. Nov. 1973



Meinen Eltern

in

Dankbarkeit



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung

Allgemeine Aussagen zum Wachstum, zur Wachstums-
voraussage und Definition des Rückbißes und ihre
Problemstellung.

II. Eigene Untersuchungen

1. Die technische Durchführung.
2. Patientengut und Methoden.
3. Ergebnisse.

III. Diskussion der Ergebnisse

IV. Zusammenfassung

V. Schrifttum

I. EINLEITUNG

Das skelettale Wachstum des menschlichen Kopfes vollzieht sich nach weitgehend bekannten Abläufen. Im vorgeburtlichen Stadium ist nach WALDEYER (26) in der 5. und 6. Embryonalwoche eine Mesenchymverdickung wahrzunehmen, die das Gehirn umhüllt. Etwa 2 Wochen später kommt es zur Knorpelbildung im basalen Teil der Mesenchymkapsel, dem Primordialcranium.

VAN LIMBOURGH (15) erwähnt, daß in der 9. Embryonalwoche bereits die erste enchondrale Ossifikation im Gebiet der Schädelbasis sowie im Bereich der mandibulären Condylen und Symphyse festgestellt werden kann. Ausser der enchondralen Ossifikation erklärt der gleiche die Entwicklung des Schädeldaches und Gesichtsskelettes als Vorgang der desmalen Ossifikation, die als direkte Verknöcherung des Bindegewebes zu verstehen ist.

Die Begriffe enchondrale und desmale Ossifikation führen BAUME (2) zur Abgrenzung von Wachstumszentren und Wachstumszonen, wobei der Autor bei letzteren den Ausgang für desmale Ossifikation verstanden wissen will. Danach befinden sich beispielsweise Wachstumszonen an allen Suturen, in denen intramembranöse Ossifikationen entstehen. Als Wachstumszonen sind auch alle periostalen Schichten zu betrachten.

In gleicher Betrachtung sieht auch MOORE (16) die Veränderungen der Maxilla ausgehend von Wachstumszonen, nämlich am proc. nasofrontalis, am tuber

maxillae und proc. alveolaris.

Die wachstumsbedingten Veränderungen an der Mandibula sind uns durch Tierexperimente erläutert worden. So haben beispielsweise HUMPHRY (2) mittels Metallimplantaten Resorptions- und Appositionsvorgänge am aufsteigenden Ast des Schweines nachgewiesen, ein Experiment, das später von BRASH (13) bestätigt worden ist. Auf diesen Erkenntnissen aufbauend hat BJÖRK (13) durch die Implantatmethode am Kiefer des Menschen die Wachstumsvorgänge sichtbar gemacht.

Zur Regelung der Schädelmorphogenese haben eine Reihe von Autoren ihre Ansichten dargelegt. So haben WEINMANN und SICHER 1955 (27) ihre Vorstellungen mitgeteilt, daß das Wachstum des Schädels überwiegend von erblichen Einflüssen gesteuert wird. Eine andere Ansicht wird von MOSS u. Mitarbeitern (17) dahingehend vertreten, daß eine Unterscheidung zwischen skelettalen und funktionellen Komponenten zu treffen ist. Die Autoren sehen in der "capsularmatrix" den Schaltplan für die Funktion.

Die skelettale Komponente dient als biochemische Stütze für die kapsuläre Matrix. Der skelettale Anteil läßt sich gliedern in mehrere Einheiten, deren Größe, Form, Lage und Struktur von den verschiedenen Funktionsforderungen abhängen. Daraus ergibt sich für die Autoren der Schluß, daß das Schädelwachstum als Folge des Wachstums der Matriz e und nicht der skelettalen Einheit aufzufassen ist.

Eine der letzten Anschauungen finden wir im Jahre 1970 bei VAN LIMBOURGH (15). Hier unterscheidet der

Autor zwischen Wachstumsvorgängen am Chondrocranium und Desmocranium. Am Chondrocranium kommen die vom Autor als erblich bedingten "intrinsic factors" zur Geltung. Nur ein geringer Einfluß ist den allgemein wirksamen externen Milieufaktoren zuzuschreiben.

Am Desmocranium, wo suturales und periostales Knochenwachstum im Vordergrund stehen, wirken überwiegend lokale epigenetische Faktoren, die sowohl in den benachbarten Strukturen wie auch an den Schädelknorpeln ihren Ursprung haben.

Ausserdem kommen allgemein wirksame epigenetische Faktoren (z.B. Hormone) und externe Milieufaktoren (z.B. Ernährung) zur Wirkung, die jedoch gegenüber den lokalen externen Milieufaktoren geringeren Einfluß ausüben. Darunter sind Kräfte zu verstehen, die als Druck- und Zugwirkung zur Geltung kommen. Diese Kräfte entstammen entweder der Funktion der Muskulatur oder externen Einflüssen. Dazu zählen auch orthodontische und kieferorthopädische Hilfsmittel.

In den Jahren 1964 haben BASSET und BECKER (1) und 1969 WITTEBOHL (15) nachweisen können, daß die allgemein wirksamen epigenetischen Faktoren chemische Reaktionen hervorrufen, während die lokalen Einflüsse (epigenetische und externe Milieufaktoren) elektrische Spannungsfelder erzeugen, die zu einer Steigerung der Aktivität von Osteoklasten und Osteoblasten führen. Druck schafft positive Ladung und ist verbunden mit Osteoklastenbildung und demzufolge mit Resorption. Die negative Ladung ist gleichbedeutend mit Knochenbildung bzw. Apposition.

Neben der Erläuterung morphologischer und struktureller Veränderungen am Skelett des Kopfes, richtet sich

das Interesse mehrerer Disziplinen auf Maße und Formen des Schädels in drei Dimensionen. Länge, Breite und Höhe des Kopfes erfahren von der Geburt bis zum Abschluß des Wachstums meßbare Formveränderungen. Anteile des Hirn- und Gesichtsschädels sowie Regionen des Ober- und Unterkiefers sind an solchen Veränderungen beteiligt. Die wissenschaftliche Kieferorthopädie verfolgt mit besonderem Interesse die wachstumsbedingten Vorgänge im Bereich der Kiefer und des Gesichtes.

Im Schrifttum sind deshalb schon um die Jahrhundertwende und danach Bemühungen um eine Kephalometrische Orientierung mit den Namen CASE, R. SCHWARZ, VAN LOON u.a. (18) verbunden.

Die Bemühungen reichen von der topographischen Bestimmung der Kiefer in Relation zum Gesicht und Kopf über die Fotografie bis zur Röntgenkephalometrie, die durch BROADBENT (5) und HOPFATH (11) in die Zahnheilkunde eingeführt wurde. Seit dieser Zeit werden auch an Hand von Wachstumsdiagrammen, BROADBENT (5) und BRODIE (6), seitliche Röntgen-Kopfaufnahmen, Wachstumszentren und -zonen mit unterschiedlicher Wachstumsrichtung beobachtet. U.a. hat DOWNS (8) aus den Wachstumsdiagrammen die Theorie entwickelt, daß das Schädelwachstum nach Festlegung eines fiktiven Zentrums innerhalb der Hypophysengrube nach vor- und abwärts in Richtung der sog. Y-Achse verläuft, die zum Gnathion der Unterkiefersymphyse führt. Auf dieser Erkenntnis aufbauend hat SUPTELNY (23) gefolgert, daß die Y-Achse in Verbindung mit der Konfiguration der Mandibula eine Abschätzung der Wachstumsrichtung ermöglicht.

HASUND (9) erkennt diese Y-Achse als Leitlinie für die Wachstumsrichtung, die abweichend vom Durchschnittsverlauf das bestehende Wachstum in horizontaler und

verticaler Richtung bestimmt.

In letzter Zeit mehren sich Berichte über die Möglichkeit, Wachstumsveränderungen im Kopfbereich anhand von lateralen Röntgen-Kopfaufnahmen zu ermitteln. So vertreten BROADBENT (5), BRODIE (6), COHEN (7), BJÖRK (4), BERGERSEN (3), SUBTELAY (24) die übereinstimmende Auffassung, daß das Kinn normalerweise dazu neigt, eine im Vergleich zum Schädel und zu den oberen Teilen des Gesichtsskeletts mehr nach vorne gerichtete Lage einzunehmen.

Bei regelrechten Beziehungen der Kiefer-, Gesichts- und Schädelpartien scheint der Unterkiefer außer einer stark retrudierten Lage eine Vorentwicklung zu erfahren. Der Autor empfiehlt in der Beurteilung der Voraussage, individuelle Verschiedenheiten, die geschlechtsgebunden sind, zu berücksichtigen. Bei Knaben ist im allgemeinen ein stärkeres Vorwachsen der Mandibula vor und während der Pubertät zu erwarten, während bei Mädchen nach der Pubertät eine anteilmäßig geringere Vorentwicklung des Unterkiefers zu verzeichnen ist.

Aus prognostischer Sicht einer Kieferorthopädischen Behandlung ist das Wissen um Wachstumstendenzen im allgemeinen und differierender Wachstumsrichtungen im besonderen von großer Bedeutung. Bei Anomalien der Kl. II nach Angle wird beispielsweise die Frage einer notwendigen oder entbehrlichen Extraktionstherapie beantwortet, wenn die Gültigkeit einer Voraussage erwiesen ist.

Die angeschnittene Frage steht im engen Zusammenhang mit der teils wünschenswerten, teils ungünstigen Veränderung des Gesichtsprofils.

An der Mainzer Klinik haben sich in letzter Zeit NAWRATH und MITARBEITER (28) mit den Fragen des Wachstums während des Ablaufes kieferorthopädischer Behandlungen beschäftigt und insbesondere bei Anomalien des progenen Formenkreises ihre Beobachtungen mitgeteilt.

Mir wurde die Anregung gegeben, die Untersuchungen bei einer Gruppe andersgearteter Anomalien fortzuführen. Während die vorausgegangenen Untersuchungen Anomalien mit betonter Vorentwicklung der Manibula betrafen, fiel mir die Aufgabe zu, die Wachstumserwartung bei Patienten mit Rücklage des Unterkiefers anhand von Rö-Kopfaufnahmen zu untersuchen.

Die Bezeichnung Rückbiß wurde von A.M.SCHWARZ (20) in die Kieferorthopädie eingeführt und betrifft eine Gruppe von Anomalien, die durch die Rücklage oder Unterentwicklung der Mandibula gekennzeichnet ist. In jüngster Zeit definiert STÖCKLI (22) diese Art von Anomalien als "diskoordinierten Wachstumsverlauf" zwischen den skelettalen Strukturen des Ober- und Unterkiefers.

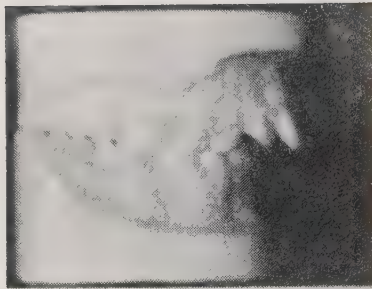
Beim Rückbiß liegt der Unterkiefer gegenüber der Oberkieferbasis in toto um einige Millimeter bis zur Breite eines Prämolaren zurück. Abweichend von der regelrechten Okklusion der Seitenzähne liegt dann eine der Fehllage des Kiefers entsprechende rückwärtige Verzahnung vor. Beide Abweichungen bedingen einen disharmonischen Profilverlauf des Gesichtes. Im in- und ausländischen Schrifttum ist auch noch der nach der Angle'schen Klassifikation geprägte Ausdruck "Distalbiß" geläufig. Da jedoch der Begriff distal eine Richtung innerhalb eines

Zahnbores von der Mitte weg bedeutet, dient die Bereinigung der Terminologie einer unmissverständlichen Befunderhebung. Sie ist z.B. für die Unterscheidung eines Rückbisses mit gnathischer Komponente von einem solchen mit betont alveolärem Anteil erforderlich. Im ersten Falle ist therapeutisch die Vorverlagerung bzw.-entwicklung der Mandibula, im zweiten Falle die Vorbewegung der Zähne allein anzustreben. Über die Ätiologie und Genese des Rückbisses sollen hier die Ansichten einiger Autoren angeführt werden. BAUME (2) sieht die Ätiologie für den Rückbiß in einer Dysplasie des kondylären Knorpelzentrums oder einer Hemmung des enchondralen Wachstums bzw. einer Fehlorientierung in der Wachstumsrichtung. Die Ursache hierfür kann konstitutioneller und funktioneller Natur sein. Nach dem Bericht von FAUSSE (10) treffen mehrere endogene und exogene Faktoren zusammen, die je nach Intensität ihren Einfluß auf die Disharmonie der Kieferbeziehungen sowie auf die Position der Zähne ausüben. Überwiegend erblich bedingte Einflüsse erkennt KORTJAAUS (10) bei den Formen des genuinen Rückbisses. Auch die Sippenuntersuchungen von TRAUNER und MITARBEITERN (25) sprechen dafür, daß bei der Entstehung des Rückbisses erbliche Faktoren eine Rolle spielen.

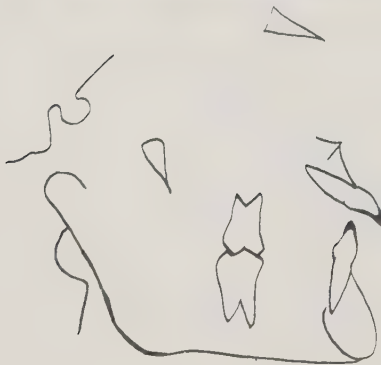
Zur Verdeutlichung der sagittalen Bißanomalie sind die folgenden Abbildungen dargestellt:



a



b



c

Abb. 1: a : Profilaufnahme mit Rückbiß
b : Modell mit Frontzahnstufe
c : Durchzeichnung der Fernröntgenaufnahme

Mit Hinweis auf die Dissertationen, deren Inhalt auf die Beurteilung von wachstumsbedingten Veränderungen am Kopfskelett gerichtet ist, sei hier noch einmal hervorgehoben, daß metrisch verwertbare Ergebnisse nur dann Aussagekraft besitzen, wenn die Voraussetzungen einer gleichbleibenden, die Projektion der Röntgenstrahlen beobachtenden Aufnahmetechnik gewährleistet ist. Wegen der Wichtigkeit der Aufnahmebedingungen wurden diese im Abschnitt des Untersuchungsverfahrens noch einmal erläutert.

II. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

1. Die technische Durchführung

Die Untersuchung erfolgte an Fernröntgen-Seitenbildern des Kopfes, die bei jugendlichen Patienten der Kfo.-Abteilung der TFM-Klinik der Johannes Gutenberg-Universität angefertigt wurden. Das Erscheinungsbild des Rückbisses war bei allen Patienten durch die Retroposition der Mandibula im Ausmaß von 3 - 7 mm gekennzeichnet.

Ebenso bestimmte ein sagittaler Abstand der unteren von den oberen Schneidezähnen die Selektion. Die Anomalie entspricht dem Bilde der Kl. II,1 innerhalb der Klassifikation nach Angle. Wie vorher erwähnt, wurden die Röntgenbilder nach bestimmten Gesichtspunkten angefertigt. Dazu gehören:

- a. Ein Fokus-Film-Abstand von 300 cm,
- b. ein Film-Objekt-Abstand von 10 cm
(Filmebene bis zur Medianebene des Kopfes),
- c. parallele Lagerung der Medianebene zur Filmebene,
- d. Die Justierung des Strahlencentrums auf die Wurzelbifurkation des 1.Molaren unterhalb des Jochbogens,
- e. Verwendung eines Vierventil-Röntengerätes,
- f. die gleichbleibende Exposition des Filmes mit 0,3 - 0,6 Sek. und 65 - 70 kV,
- g. die Verwendung einer feinzeichnenden Film-Verstärkerfolie und
- h. die gleichmäßige Entwicklung in der Dunkelkammer

Insgesamt wurden 100 Röntgenbilder ausgewertet und zwar je 2 von 50 Patienten. Das erste Röntgenbild stammt aus der Zeit vor Beginn der kfo.-Behandlung, das zweite nach einem Zeitraum von 2-6 Jahren gegen Ende der Behandlung. Die Auswahl erstreckte sich auf Fälle mit gutem Behandlungsergebnis, wobei die Vorverlagerung des Unterkiefers sowie eine korrekte Seitenverzahnung als Kriterien des erfolgreichen Behandlungsverlaufes bewertet wurden.

Die Auswertung erfolgte an Diagrammen, die auf transparenter Folie über einer Lichtquelle zeichnerisch entstanden sind. Aus der Fülle der sichtbaren Konturen wurden diejenigen berücksichtigt, die geeignet waren, eine Analyse nach drei Verfahren durchzuführen.

Bei allen bekannten Auswertungsverfahren, deren Zahl nach dem Syllabus von KROGMAN und SASSOUNI (14) etwa 70 beträgt und bis heute wahrscheinlich um weitere 20 vermehrt ist, werden Längen- und Winkelwerte im Areal zwischen vorderer Schädelbasis und Unterkieferrandebene in der verticalen und von der Nasenspitze bis zur Biporialebene beobachtet.

Auch die hier angewandten Verfahren stützen sich auf metrische Daten von Strecken und Winkeln innerhalb des umgrenzten Bereiches. Die Differenzen zwischen Werten der 1. und 2. Aufnahme sind zum Teil als Ergebnisse der kfo.-Therapie zu deuten. In allen Bereichen, die der kfo.-Therapie nicht zugänglich sind, müssen sie als physiologisches Wachstum betrachtet werden. Die Zunahme von Werten in der verticalen und sagittalen Dimension gibt uns die Möglichkeit, das quantitative Wachstum des Kopfskelettes zu er-

kennen und zugleich auch unterschiedliche Wachstumsrichtungen zu registrieren. Diese sind es ja, die in den letzten Jahren in zunehmendem Maße prognostisch als Hinweis für eine einzuschlagende Therapie verwendet wurden.

2. Patientengut und Methoden

Die Auswahl der Röntgenbilder erfolgte nach Bildgüte und optimalem Behandlungsergebnis. Dies geschah, um einerseits die Konturen möglichst genau zu markieren und Ablesefehler zu vermeiden und andererseits das gute Behandlungsergebnis als Gradmesser für ungestörtes Wachstum anzusehen.

Das Alter der Patienten betrug bei Behandlungsbeginn zwischen 7 und 14 Jahre.

Die genaue Altersverteilung unseres Untersuchungskollektivs, das insgesamt 50 Patienten umfasste, ist in nachfolgender Abbildung wiedergegeben.

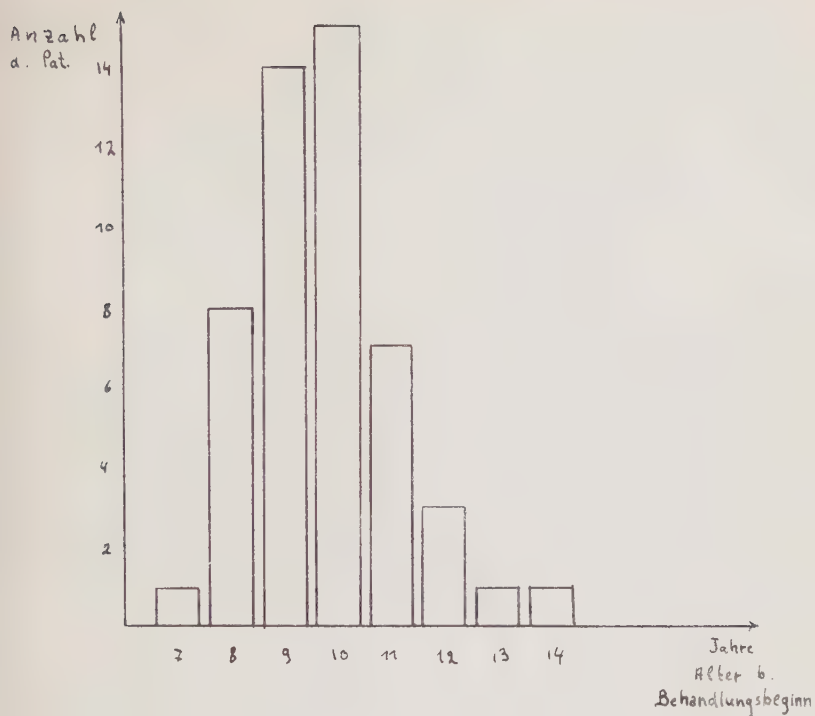


Abb. 2: Altersverteilung im untersuchten Patientenkollektiv bei Beginn der kieferorthopädischen Behandlung.

Das Intervall zwischen 1. und 2. Aufnahme, das z.T. weniger, z.T. mehr als 5 Jahre betrug, ist aus nachfolgender Abbildung zu entnehmen.

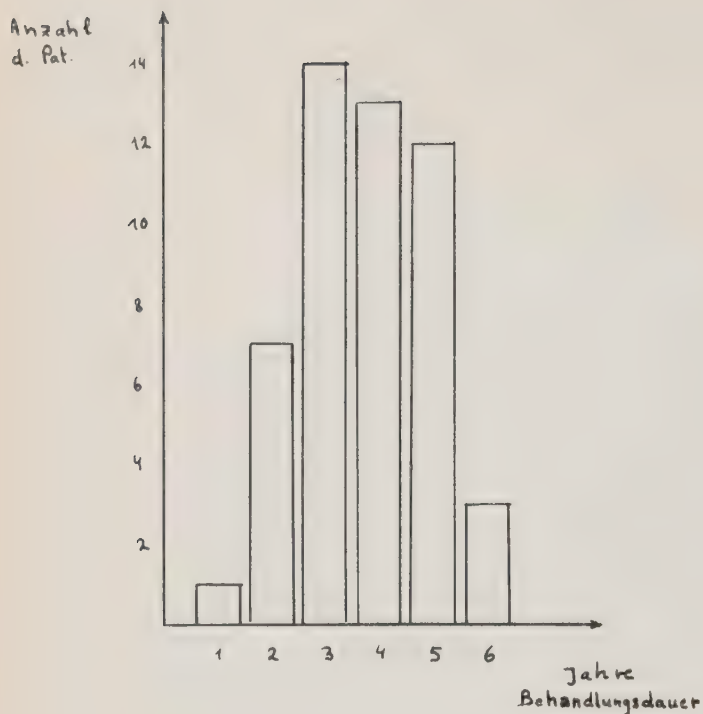


Abb. 3: Verteilung der Behandlungszeiten.

Die Untersuchung erstreckte sich nun zunächst in getrennten Arbeitsvorgängen auf die Bestimmung von Winkelwerten, deren Größe als Index für die Vorhersage der dominierenden Richtungskomponente des späteren Kopfskelettwachstums verwertbar sein soll.

- a) Beim ersten in der Mainzer Kieferorthopädischen Klinik entwickelten Verfahren gilt die Größe des Inklinationswinkels, des Basiswinkels und Gonionwinkels in der Summation als wichtigste Information für die Prognose der Wachstumsrichtung von einem fiktivem Punkt innerhalb der Sellagrube zum Gnathion (Abb. 4).

Nach den Erfahrungen der Mainzer Klinik mißt der Inklinationswinkel im Durchschnitt 5° , der Basiswinkel 25° und der Gonionwinkel 123° . Die Summe ergibt somit einen Mittelwert von 153° , der als günstige Voraussetzung für ein in der horizontalen und vertikalen Komponente gleichstark ausgeprägtes Wachstum betrachtet wird. Bei Individuen mit größerem oder kleinerem Summenwert wird auf ein betont vertikales bzw. auf ein betont horizontales Wachstum geschlossen.

- b) Beim zweiten Verfahren, von BJÖRK (4) entwickelt, ist wiederum die Summe von drei Winkelwerten ausschlaggebend für die Prognose der Wachstumstendenzen am Skelett des Kopfes. Abweichend vom ersten Verfahren werden jedoch die Werte des Sattelwinkels, des Articularwinkels und Gonionwinkels zugrundegelegt. Das Mittel der Summe aller drei Winkel, deren Lage aus Abb. 5 ersichtlich wird, beträgt nach Untersuchungen des Autors 396° . Wie beim ersten Verfahren wird die Überschreitung der mittleren Winkelsumme als Hinweis auf überwiegend vertikales und die Abweichung vom Durchschnittswert nach unten als Anzeichen für vorherrschend horizontales Wachstum betrachtet.

Auswertschema für die Winkelwerte nach dem in
Mainz üblichen Verfahren.

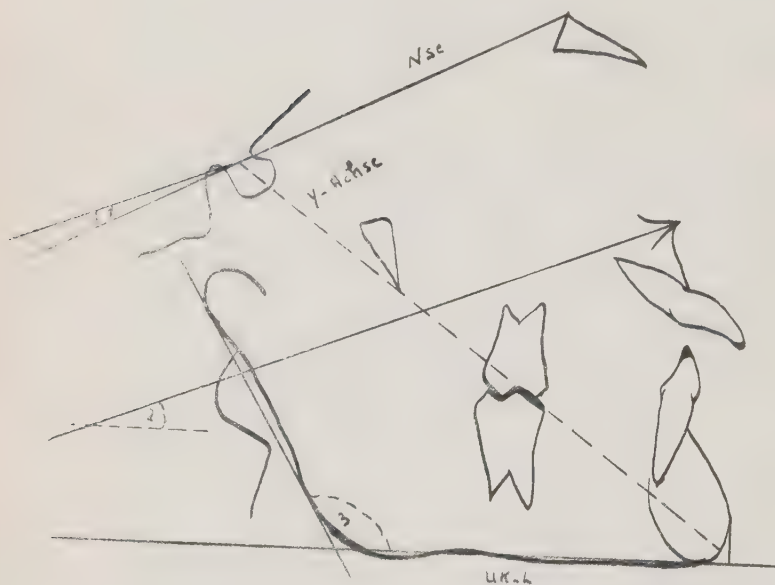


Abb. 4: Winkelmessungen:

1. Inklinationswinkel	Normwert	5°
2. Basiswinkel	"	25°
3. Gonionwinkel	"	123°

Auswertschema nach BJÖRK

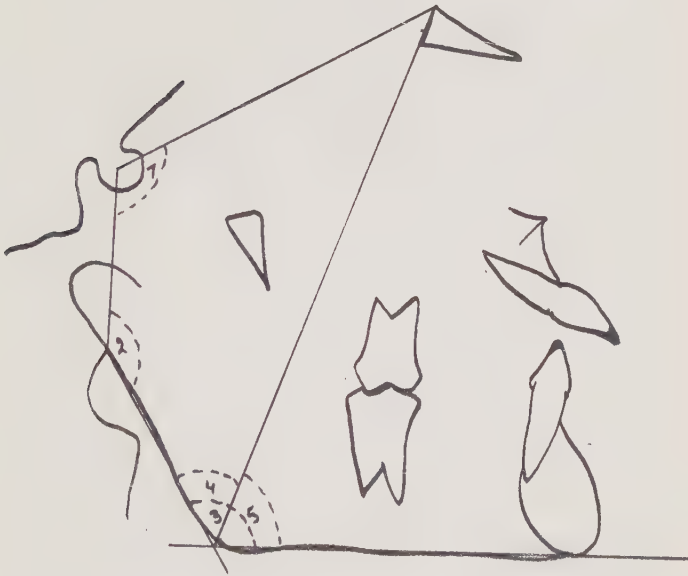


Abb. 5: Winkelmessungen:

1. Sattelwinkel	Normwert	123°
2. Artikularwinkel	"	143°
3. Gonionwinkel	"	130°
4. Oberer Gonionwinkel	"	52°

c) Das dritte Verfahren (Abb. 6) stützt sich auf die Arbeiten einer Gruppe amerikanischer Autoren, die ein Auswertungsverfahren benutzen, das JARABAK (12) in mehreren Fortbildungskursen beschrieben hat. Bemerkenswert ist dabei zunächst die Darstellung des Kopfes von der rechten Seite, so daß die termini technici "clockwise" und "counterclockwise" dem Uhrzeigerverlauf entsprechend verwendet werden können.

Vom Fixpunkt innerhalb der Hypophysengrube aus betrachtet, deutet das Begriffspaar "clockwise" gegen "counterclockwise" die verticale im Unterschied zur horizontalen Wachstumsrichtung an. Als Kriterium für die Voraussage verwendet der Autor den Quotienten, der sich aus der Division der posterioren Gesamthöhe (Entfernung vom Fixpunkt der Sellagrube bis zum Gonion) durch die anteriore Höhe (Entfernung zwischen Nasion und Menton) ergibt. Der Quotient wird in prozentuierter Form ausgedrückt und soll bei Werten zwischen 56% und 62% auf verticales und bei Werten von mehr als 65% auf horizontales Wachstum hindeuten.

Um zu überprüfen, wie gut die nach jedem der drei geschilderten Verfahren prognostizierte mit der im Laufe der weiteren Entwicklung tatsächlich realisierten Hauptrichtung des Kopfskelettwachstums übereinstimmt, werteten wir in einem zweiten Arbeitsgang für jeden Patienten eine nach Behandlungsabschluß angefertigte Röntgenaufnahme nach dem Kriterium der von DOWNS (8) sogenannten Y-Achse aus. Diese Linie, deren Richtung auch schon in früheren Arbeiten(

BRODIE (6) und BROADBENT (5)) als Maßstab für die Objektivierung von Wachstumsprognosen herangezogen wurde, verläuft vom Sella-Fixpunkt zum anthropologisch deutbaren Gnathion (Markierung innerhalb der Symphyse der Mandibula an der Stelle, wo die vordere Rundung in die Horizontale umschwenkt).

Mit der Verbindungslinie von Nasion und Sella-Punkt bildet die Y-Achse einen Winkel, dessen Größe bei gleichmäßigem Wachstum 59° beträgt.

Auswertschema nach JARABAK

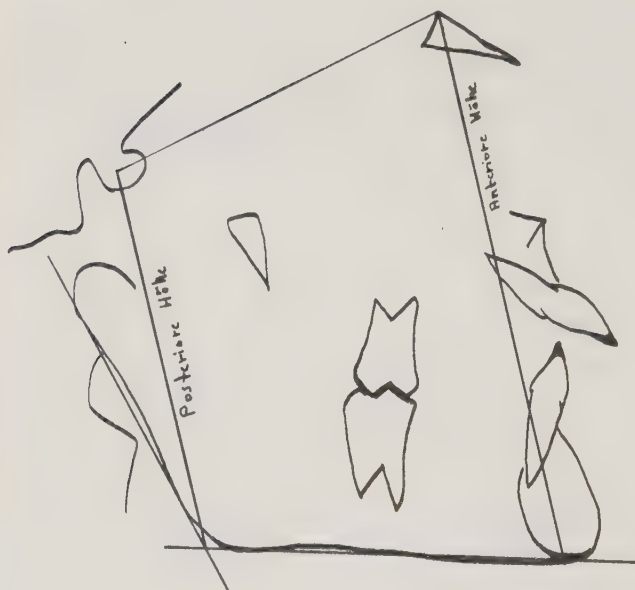


Abb. 6: Längenmessung:

1. Vordere Gesichtshöhe
2. Hintere Gesichtshöhe

3. Ergebnisse

Nach der auf Seite 10 beschriebenen Technik wurde von jeder Kopfaufnahme nach den drei Auswertungsmethoden ein Diagramm hergestellt. Die im Diagramm abgelesenen Werte wurden zunächst vollständig registriert und aufgelistet.

Zur Beurteilung der Wachstumsvoraussage wurden jedoch nur die hierfür belangvollen Werte in die Arbeit aufgenommen.

In der nachfolgenden Übersichtstabelle sind die Meßergebnisse für die insgesamt 100 Röntgen-Kopfaufnahmen nach den drei Auswertungsverfahren zusammengefaßt.

Tab. I: Zusammenstellung der bei Erstaufnahme und nach Behandlungsabschluß mit Hilfe der Verfahren "Mainz", "Björk" und "Jarabak" ermittelten kephalometrischen Indizes.

Ptn. Reg.Nr.	Rö-Nr.	Mainz (°)	Björk (°)	Jarabak (%)	NSGn (°)
3881	1	147	386	72	64
	2	149	388	70	64
2732	1	145	382	75	59
	2	144	379	77	60
2546	1	158	390	66	66
	2	153	387	72	63
3603	1	151	387	70	64
	2	150	389	69	63
3342	1	151	391	70	68
	2	147	391	68	68

Ptn. Reg.Nr.	Rö-Nr.	Mainz (°)	Björk (°)	Jarabak (%)	NSGn (°)
4339	1	162	390	69	65
	2	157	390	69	65
3035	1	166	403	69	75
	2	176	400	63	71
3091	1	156	394	64	68
	2	169	398	63	71
3873	1	174	398	61	70
	2	177	400	62	70
3798	1	176	403	61	71
	2	170	399	63	70
3774	1	155	394	63	67
	2	151	393	61	67
2917	1	150	392	65	65
	2	146	390	66	65
2936	1	172	401	62	70
	2	177	398	63	68
2955	1	168	397	67	72
	2	163	396	67	71
2996	1	171	407	54	77
	2	168	403	58	76
2862	1	169	400	58	70
	2	169	398	62	68
2773	1	155	389	67	67
	2	154	390	68	67
3346	1	179	399	61	69
	2	179	400	60	69
3335	1	164	392	66	69
	2	167	396	66	69
3134	1	185	406	57	73
	2	181	400	61	68
3736	1	155	392	66	68
	2	152	393	67	68

Ptn. Reg.Nr.	Rö-Nr.	Mainz (°)	Björk (°)	Jarabak (%)	NSGn (°)
5040	1	164	402	57	71
	2	160	399	60	69
3786	1	152	387	68	63
	2	142	383	71	61
3985	1	157	393	64	66
	2	160	395	64	67
3391	1	173	396	65	69
	2	176	400	63	74
3318	1	172	396	66	66
	2	168	395	67	66
3372	1	176	400	63	67
	2	175	399	64	68
3321	1	156	390	67	65
	2	153	391	68	66
3704	1	147	391	68	70
	2	148	389	69	70
4394	1	167	397	64	66
	2	165	395	63	66
3467	1	177	399	61	70
	2	180	400	61	70
4271	1	158	392	67	67
	2	155	393	66	67
3168	1	157	394	66	71
	2	153	392	70	71
4063	1	180	408	56	77
	2	184	410	53	80
2957	1	157	395	63	69
	2	151	395	63	69
4254	1	170	399	61	71
	2	170	398	63	71
4519	1	157	391	67	68
	2	154	388	70	67

Ptn. Reg.Nr.	Rö-Nr.	Mainz (°)	Björk (°)	Jarabak (%)	NSGn (°)
2995	1	178	502	59	73
	2	177	404	61	73
3370	1	156	391	65	65
	2	157	392	66	65
3352	1	155	392	65	69
	2	147	389	68	68
3964	1	159	399	61	73
	2	160	398	62	73
4721	1	154	389	68	64
	2	152	390	67	65
4087	1	156	393	66	68
	2	150	392	64	68
4016	1	172	392	65	64
	2	166	394	64	65
4682	1	146	387	69	62
	2	150	386	70	63
4141	1	167	398	61	73
	2	164	398	63	72
4265	1	164	396	64	68
	2	157	394	65	69
4313	1	171	398	62	71
	2	166	397	63	70
4637	1	183	406	58	73
	2	189	409	55	77
4874	1	171	399	61	71
	2	175	399	63	70

Die vergleichende Betrachtung der 1. und 2. Röntgenaufnahme eines jeden Patienten gibt die Möglichkeit, entsprechend dem Verlauf der Y-Achse die wirk-

lich erfolgte Wachstumstendenz zu kontrollieren. Sowohl die Übereinstimmung oder Abweichung der Winkelwerte am Scheitelpunkt der Schädelbasislinie mit der Y-Achse, als auch das Verfahren der Superposition auf der NSe im Scheitelpunkt des Winkels lassen die Beurteilung einer gültigen oder fehlerhaften Vorherbestimmung der Wachstumsrichtung zu.

In der Tab. II ist die im Sinne des Y-Achsenkriteriums objektiv nachgewiesene und die nach jeder der drei Vorhersagemethoden zu erwartende Wachstumsrichtung für alle 50 untersuchten Patienten einzeln angegeben.

Tab. II: Nach den Methoden "Mainz", "Björk" bzw. "Jarabak" zu erwartende und nach dem Kriterium der Y-Achse objektiver beobachtete Wachstumsrichtung.

h= Vorausgesagte und/oder beobachtete Wachstumsrichtung überwiegend horizontal.

v= Vorausgesagte und/oder beobachtete Wachstumsrichtung überwiegend vertikal.

n= In beiden Richtungskomponenten gleichmäßiges Wachstum vorausgesagt und/oder beobachtet.

Patient	Mainz	Jarabak	Björk	Y-Achse
1	h	h	h	n
2	h	h	h	v
3	v	h	h	h
4	h	h	h	h
5	h	h	h	n

Patient	Mainz	Jarabak	Björk	Y-Achse
6	v	h	h	v
7	v	h	v	v
8	v	h	h	v
9	v	h	v	n
10	v	v	v	h
11	v	h	h	n
12	h	h	h	n
13	v	n	v	h
14	v	h	v	h
15	v	v	v	h
16	v	v	v	h
17	v	h	h	n
18	v	v	v	n
19	v	h	h	n
20	v	v	v	h
21	v	h	h	n
22	v	v	v	h
23	h	h	h	h
24	v	h	h	v
25	v	h	n	v
26	v	h	n	n
27	v	h	v	v
28	v	h	h	v
29	h	h	h	n
30	v	h	v	n
31	v	v	v	n
32	v	h	h	n
33	v	h	h	n
34	v	v	v	v
35	v	h	h	n
36	v	v	v	n
37	v	h	h	h
38	v	v	v	n

Patient	Mainz	Jarabak	Björk	Y-Achse
39	v	h	h	n
40	v	h	h	h
41	v	v	v	n
42	v	h	h	n
43	v	h	h	n
44	v	h	h	v
45	h	h	h	v
46	v	v	v	h
47	v	h	n	v
48	v	v	v	h
49	v	v	v	v
50	v	v	v	h

Damit erhalten wir bei der nach den beschriebenen Prinzipien durchgeführten Überprüfung der Aussagekraft unserer 3 Methoden zur Vorhersage der Wachstumsrichtung des Gesichts-Kopfskeletts die in Tab. III aufgeführten Gesamtzahlen bzw. relativen Häufigkeiten richtiger und falscher Prognose.

Tab. III: Methodenspezifische Häufigkeitsverteilungen zutreffender und unzutreffender Voraussagen der Wachstumsrichtung des Gesicht-Kopf-Skeletts.

		Richtigkeit der Vorhersage		Insgesamt	
		+	-		
Methode	"Mainz"	Anzahl	14	36	50
		relative Häufigkeit	28	72	100
	=====				
	"Björk"	Anzahl	10	40	50
		relative Häufigkeit	20	80	100
	=====				
	"Jarabak"	Anzahl	8	42	50
		relative Häufigkeit	16	84	100

Da die Quote der am Kriterium des Y-Achsenverlaufs gemessenen zutreffenden Prognosen somit für alle in die vorliegende Untersuchung einbezogenen Auswertungsverfahren unter 50 % lag, kann die Annahme, daß die

Wahrscheinlichkeit richtiger Vorhersagen für irgendeine dieser Methoden einen für die Praxis wenigstens annähernd brauchbaren Wert besitzt, ohne weitere statistische Berechnungen zurückgewiesen werden.

Von weiterem methodischem Interesse erschien uns die Frage nach der Güte der Übereinstimmung zwischen den drei Auswertungsverfahren untereinander. Wie die in Tab. IV angeführten Zahlen erkennen lassen, lag die Häufigkeit abweichender Prognosen durchweg ziemlich niedrig.

Tab. IV: Verteilungen der paarweisen Übereinstimmungen bzw. Abweichungen der drei zu überprüfenden Vorhersagemethoden.

		Übereinstimmung		
		vorhanden	nicht vorhanden	
Vergleich der Methoden	"Mainz"-	Anzahl	36	14
	"Jarabak"	Rel. Häufigk.	72	28
	"Mainz"-	Anzahl	38	12
	"Björk"	Rel. Häufigk.	76	24
	"Jarabak"	Anzahl	46	4
	"Björk"	Rel. Häufigk.	92	8

Die Abb. 7 bis 9 schließlich geben Aufschluß darüber, in wieweit die zur Prognose benutzten einzelnen Größen des Inklinations-, Basis- und Gonionwinkels selbst im Verlaufe der orthopädischen Behandlung nachweisbaren Veränderungen unterworfen waren.

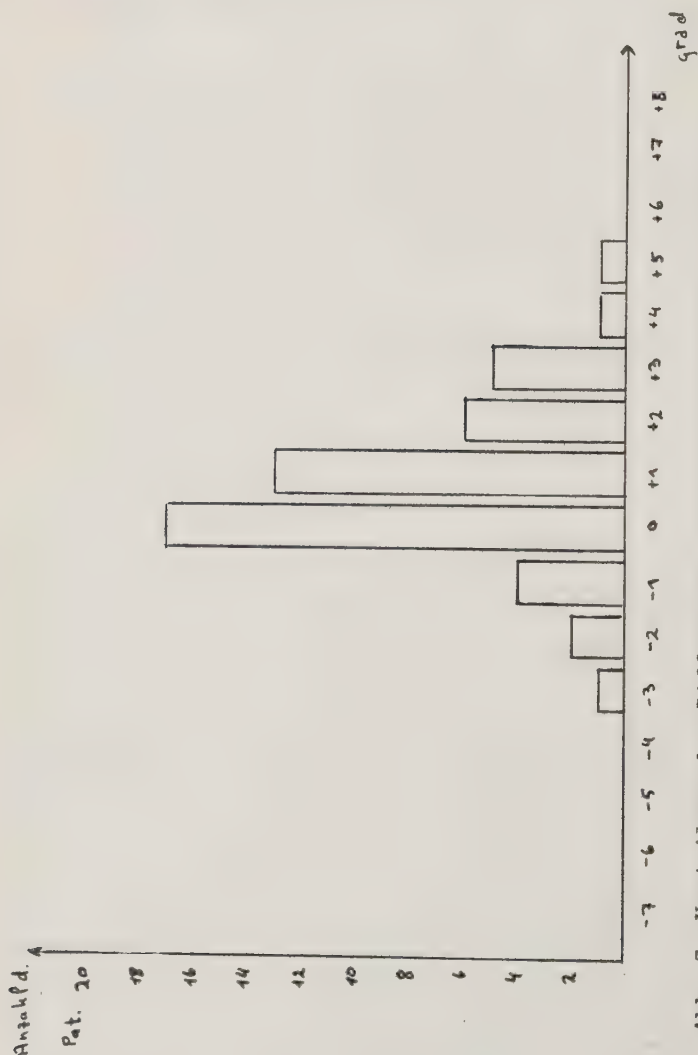


Abb. 7: Verteilung der Differenzen von bei Erstaufnahme und nach Behandlungsabschluß gemessenem Inklinationswinkel.

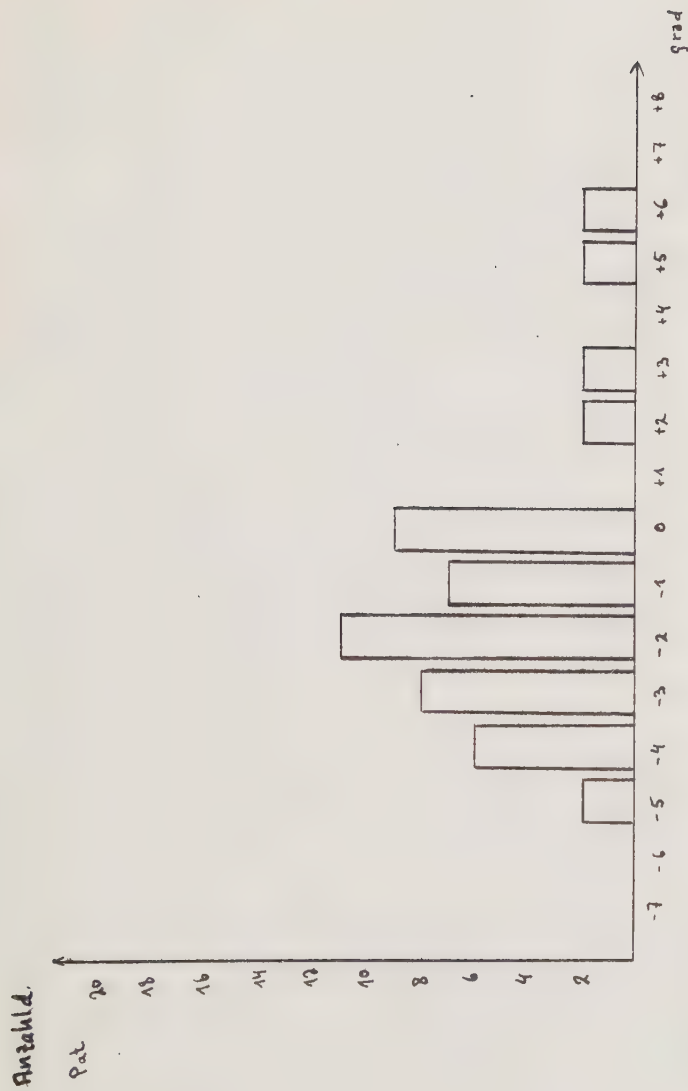


Abb. 3: Verteilung der Differenzen von bei Erstaufnahme und nach Behandlungsabschluß gemessenem Basiswinkel.



Abb. 9: Verteilung der Differenzen von bei Erstaufnahme und nach Behandlungsabschluß gemessenem Gonionwinkel.

III. DISKUSSION

Die Auswertung der vorangegangenen Tabellen hat gezeigt, daß die z.T. von mehreren Autoren empfohlene Wachstumsvorausberechnung an dem untersuchten Patientengut nur in kleiner Zahl eine gültige Information vermittelte. Die Beurteilung der Differenzwerte zwischen 1. u. 2. Röntgenaufnahme ergab jedoch Aufschlüsse, die einen Hinweis geben, welche Faktoren betont den Ausschlag für wachstumsbedingte Veränderungen ergeben. So zeigte beispielsweise die seltene Veränderung des Inklinationswinkels, daß zwischen der Schädelbasis-Linie und der Oberkiefergrunde Ebene eine nahezu gleichbleibende Neigung bestehen bleibt. Veränderungen z.T. größeren Ausmaßes wurden am Basiswinkel sichtbar. Die Feststellung findet auch eine Erklärung durch die Vorgänge der 2. Dentition, in deren Verlauf der Basiswinkel an Größe beim Durchbruch der endständigen Molaren zunimmt und später durch die Funktion eine Änderung zum kleineren Wert erfährt.

Im Bereich der Gonionwinkel wurden folgende Veränderungen registriert: Bei 5 Patienten blieb der Wert gleich, bei 17 Patienten vergrößerte sich der Winkel von 1° - 17° und bei 23 Patienten wurde eine Verkleinerung von 1° - 7° festgestellt.

Diese Differenzen lassen sich erklären durch transformatische Vorgänge, die als spezifische Reaktion auf den Einfluss der kfo.-Geräte zu erwarten sind.

Insbesondere kann der funktionskieferorthopädischen Therapie zugute geschrieben werden, daß nach therapeutisch gezielter Änderung des Muskelgleichgewichtes

eine Beeinflussung des horizontalen und verticalen Astes erfolgt.

Die Beurteilung des Basiswinkels ergab von den 50 Patienten bei 9 einen gleichbleibenden Wert, bei 36 Patienten verringerte sich der Basiswinkel mit $1 - 11^{\circ}$, bei 5 Patienten ergab die Auswertung eine Vergrößerung des Winkels von $2 - 6^{\circ}$.

IV. ZUSAMMENFASSUNG

Die Motivation zur vorgelegten Arbeit war gegeben, durch frühere Untersuchungen an Fernröntgen-Profil-aufnahmen von Progeniepatienten, bei denen ex juvantibus die Gültigkeit einer Wachstumserwartung zu Beginn einer kieferorthopädischen Behandlung kontrolliert werden sollte. Sie soll als Teil einer umfangreichen Wachstumsstudie zu betrachten sein, die bei Patienten der Kfo.-Abteilung der Mainzer Klinik durchgeführt wird. Während in einer früheren Arbeit das Wachstum des Kopfskelettes von Patienten mit den Erscheinungen der Progenie kontrolliert wurde, verfolgt diese Arbeit das Ziel, Wachstumsrichtungen bei Patienten mit dem Symptom der mandibulären Retrusion, einem der Progenie entgegengesetzten Erscheinungsbilde, in sagittaler Dimension zu prüfen.

Hierzu boten die Fernröntgen-Profilaufnahmen von 50 Patienten mit je einer Aufnahme am Anfang und Ende der kieferorthopädischen Behandlung die Voraussetzung der metrischen Untersuchung. Das Intervall zwischen 1. und 2. Aufnahme betrug z.T. weniger, z.T. mehr als 5 Jahre. Die Einleitung enthält Ansichten mehrerer Autoren über Entwicklungs- und Wachstumsabläufe allgemeiner Art und spezielle Vorstellungen über die Wachstumsrichtung im Gesichtsbereich. Das Kapitel der eigenen Untersuchung beschreibt die Analysierverfahren nach verschiedenen Methoden und zwar nach dem an der Mainzer Klinik verwendeten Verfahren, sowie nach einem Verfahren von Björk und Jarabak.

Die Ergebnisse sind tabellarisch zusammengestellt und führen zu folgender Aussage:

Der Inklinationswinkel, der die Neigung der Oberkiefergrundebene zur Schädelbasislinie anzeigt, erfährt während des Wachstums nur in seltenen Fällen eine Änderung. Hieraus kann gefolgert werden, daß die Spina-Ebene ihre Position zur NSe Linie annähernd beibehält. Voränderungen im Mittelgesicht sind nur dann zu erwarten, wenn das verticale Wachstum im anterioren und posterioren Bereich unterschiedliche Ausmaße annimmt.

Fast in jedem Falle konnte jedoch eine Änderung der gemessenen Werte an 1. und 2. Aufnahme von Basis- und Gonionwinkel beobachtet werden.

Bei beiden Winkeln ist es in der Mehrzahl zu einer Verkleinerung gekommen. Die Differenzwerte betrugen beim Basiswinkel bis 11° und beim Gonionwinkel bis 7° . Die Veränderungen sind z.T. als Ergebnis der Kieferorthopädischen Behandlung zu werten, die auf eine gezielte Knochentransformation im Kieferbezirk gerichtet war. Im Hinblick auf die Beurteilung einer zu erwartenden Wachstumsrichtung muß nach den Ergebnissen an der zahlenmäßig begrenzten Probandengruppe der Eindruck bestärkt werden, daß eine gültige Voraussage nur in kleiner Zahl möglich ist.

Die Ergebnisse decken sich weitgehend mit dem Resultat, das an anderer Stelle (19) an Patienten mit dem Anomalienbilde der Progenie gewonnen wurde.

V. SCHRIFTTUM

1. BASSET, C.A.L.,
R.O.BECKER
Generation of electric potentials
by bone in response to mechanical
stress.
Science 137 (1962) 1063-1064
2. BAUME, L.S.
Das Wachstum des Gebisses und des
Gesichtes.
Studieweek Leiden 1960, '83-107
3. BERGERSEN, E.O.
The direction of facial growth
from infancy to adulthood.
Angle Orthodont. 36 (1966) 18
4. BJÖRK, A.
The face in profile.
Lund 1947
5. BROADBENT, H.
The face of the normal child.
Angle Orthodont. 7 (1937) 209-233
6. BRODIE, A.G.
On the growth pattern of the
human head from the third month
to the 8th. year of life.
Amer.J.Anat. 68 (1941) 209-262
7. COBEN, S.E.
The integration of certain
variants of the facial skeleton.
Amer. J.Orthodont. 41 (1955) 407
8. DOWNS, W.B.
Variations in facial relationship:
their significance in treatment
and prognosis.
Amer.J.Orthodont. 24 (1948) 812

9. HASUND, A. Die Y-Achse bei den verschiedenen Gesichtstypen.
Inform.Orthodont.Kieferorthop.
2 (1971) 91

10. HAUSSER, E. Zur Genese sagittaler Bißanomalier
Dtsch.Zahn-, Mund- u.Kieferheilk.
in Vorträgen 11 (1954) 15-26

11. HOFRATH, H. Die Bedeutung der Röntgenfern- und
Abstandsaufnahmen für die Diag-
nostik der Kieferanomalien.
Fortschr.Orthodont.1 (1931)232-258

12. JARABAK, J. Methode aufgrund eines Fortbil-
dungskurses in Basel 1970
(Mündl.Mitteilung von Frau Dr.
Markusch, Mainz)

13. KORKIAUS, G. Handbuch der Zahnheilkunde
Band IV, 2.Aufl. München 1939

14. KROGMANN, W.M., Syllabus in roentgenographic
V.SASSOUNI cephalometry.
Philadelphia 1957

15. LIMBOURGH, J.VAN The control of the morphogenesis
of the skull.
Studieweek Leiden 1970, 7-23

16. MOORE, A. Observation on facial growth and
its clinical significance.
Amer.J.Orthodont. 45 (1959) 399

17. MOSS, M., The primary role functional
L.SALENTIJN matrices in facial growth.
Amer.J.Orthodont. 55 (1969)
566-576

18. NAWRATH, K. Möglichkeiten und Grenzen der
röntgenologischen Kephallometrie.
Med.Habilschr. Mainz 1961
19. NAWRATH, K. Vortrag in Bad Neuenahr 1971
(Mündl.Mitteilung)
20. SCHWARZ, A.M. Lehrbuch der Gebißregelung,
Band 1, 3.Aufl. Wien, Innsbruck
1961
21. SCHWARZ, A.M. Die Röntgenostatik.
Wien, Innsbruck 1958
22. STÖCKLI, P.W. Die Reaktionsfähigkeit des mandi-
bulären Gelenkknorpels auf ortho-
pädische Stimulation während der
Wachstumsphase.
Schweiz.Mschr. Zahnheilk. 4 (1972)
335
23. SUBTELNY, J.D. Kephallometrische Diagnose, Wachs-
tum und Behandlung.
Inform. Orthodont. Kieferorthop.
1 (1971) 49
24. SUBTELNY, J.D. A longitudinal study of soft
tissue facial structures and
their profile characteristics
defined in relation to underlying
skeletal structures.
Amer.J.Orthodont. 45 (1959) 481
25. TRAUNER, R., Die Vererbung und Entwicklung der
H.BYLOFF-CLAR, Zahn- und Kieferstellungsanomalien
E.STEPANTSCHITZ Fortschr. Kieferorthop. 22 (1961)
1-69

26. WALDEYER, A. Anatomie des Menschen.
Band II, 5. Aufl. Berlin 1967
27. WEINMANN, S.P., Bone and bones fundamentales or
H.SICHER bone biology.
C.V. Mosby Co. St. Louis 1955
28. WOCHESLANDER, W. Behandlungsergebnisse der kiefer-
orthopädischen Progeniebehandlung.
Med. Diss. Mainz 1971

Am Schluß meiner Arbeit möchte ich meinem hoch verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Karl Nawrath, für die Überlassung des Themas und seine freundliche Unterstützung recht herzlich danken.

Weiterhin danke ich Herrn Dipl. Psych. S. Wellek vom Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation (Dir.: Prof. Dr. Dr. S. Koller) für seine Bemühungen.

Lebenslauf

Ich, Habib Hitti, wurde am 30.9.1940 in Chamlan/LIBANON geboren als Sohn des Kfz.-Mechanikers Assad Hitti und seiner Ehefrau Jamal, geb. Khoury.

Nach Besuch der Volksschule und weiteren Aufbauschulen bestand ich am 5.6.1964 eine dem deutschen Abitur gleichwertige Prüfung.

In der Zeit von Juli 1964 bis September 1965 erlernte und verbesserte ich meine deutschen Sprachkenntnisse am Goethe Institut in Beirut/Libanon.

Vom 15.10.1965 bis 15.10.1966 war ich am Studienkolleg der Universität Mainz immatrikuliert.

Am 15.10.1966 wurde ich in der Naturwissenschaftlichen Fakultät zugelassen, und am 15.4.1967 immatrikulierte ich mich in der Medizinischen Fakultät für das Fach Zahnmedizin. In Mainz legte ich am 5.7.1972 das Zahnärztliche Staatsexamen vor dem staatlichen Prüfungsausschuß ab.

Seit 1.9.1972 bin ich als Assistent in der Kieferorthopädischen Abteilung der ZMK-Klinik der Universität Mainz in Fachzahnarztausbildung für Kieferorthopädie.

